

TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI KOMPOSISI DAN STRUKTUR
MIKRO DENGAN PLASMA NITRIDASI UNTUK
MENINGKATKAN KEKERASAN DAN
KETAHANAN AUS TITANIUM MURNI
KOMERSIAL**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Disusun Oleh :

HANDIKA PRADANA

NIM : D200130212

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“MODIFIKASI KOMPOSISI DAN STRUKTUR MIKRO DENGAN PLASMA NITRIDASI UNTUK MENINGKATKAN KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS TITANIUM MURNI KOMERSIAL”** Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai memperoleh gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Desember 2018

Yang menyatakan



Handika Pradana

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “Modifikasi Komposisi dan Struktur Mikro dengan Plasma Nitridasi Untuk Meningkatkan Kekerasan dan Ketahanan Aus Titanium Murni Komersial” telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta,

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Handika Pradana

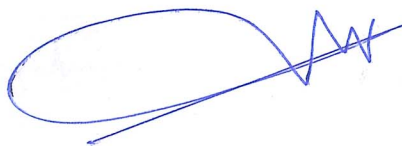
Nim : D200130212

Disetujui Pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 8 Januari 2019

Pembimbing Tugas Akhir



(Agung Setyo Darmawan, ST. MT)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul "Modifikasi Komposisi dan Struktur Mikro dengan Plasma Nitridasi Untuk Meningkatkan Kekerasan dan Ketahanan Aus Titanium Murni Komersial" telah dipertahankan di hadapan Tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Handika Pradana

Nim : D200130212

Disetujui Pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 10 Januari 2019

Tim Penguji :

Ketua : Agung Setyo Darmawan, ST., MT

Anggota 1 : Ir. Tri Tjahjono, MT


Anggota 2 : Ir. Bibit Sugito, MT


(
(
Agung Setyo Darmawan

Mengetahui

Dekan

Ketua Jurusan


(Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D)


(Ir. H. Subroto, M.T)

HALAMAN PENGESAHAN
PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR
TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI KOMPOSISI DAN KETAHANAN AUS DENGAN PLASMA
NITRIDASI UNTUK MENINGKATKAN KEKERASAN DAN KETAHANAN
AUS TITANIUM MURNI KOMERSIAL**

Oleh:

HANDIKA PRADANA

NIM D200130212

Dinyatakan telah disetujui dan disahkan,

Yogyakarta,

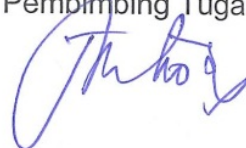
plh Kepala Bidang Fisika Partikel



Suyanti, SST

NIP 19630615 198402 2 001

Pembimbing Tugas Akhir



Drs. B. A Tjipto Sujitno, MT, APU

NIP 19541229 198103 1 005

Mengetahui,

PLT Kepala PSTA-BATAN



Edy Giri Rachman Putra, Ph.D

NIP 19700327 199403 1 003



LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

JURUSAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Bedasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 150/II/2016 Tanggal 8 September 2016 tentang Pembimbing Tugas Akhir
Dengan ini :

Nama : Agung Setyo Darmawan, ST. MT

Pangkat/jabatan : LEKTOR/III C

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Handika Pradana

Nomor Induk : D200130212

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Modifikasi Komposisi dan Struktur Mikro dengan
Plasma Nitridasi Untuk Meningkatkan Kekerasan dan
Ketahanan Aus Titanium Murni Komersial

Rincian Soal/Tugas : Variasi Waktu, Temperatur, dan Tekanan

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
mestinya.

Surakarta, 3 September 2018

Pembimbing



Agung Setyo Darmawan, ST. MT

Keterangan :

Di buat rangkap (3)

- 1. Untuk Kanjur (Koordinator TA)*
- 2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir*
- 3. Untuk Mahasiswa*

HALAMAN MOTTO

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantaramu
dan orang-orang yang berilmu pengetahuan”
(Qs. Al-Mujadalah : 11)

“Barang siapa yang mengamalkan yang diketahuinya maka Allah
menganugraahkan ilmu yang belum diketahuinya”
(Shihab, 1994 : 439)

“Ilmu itu lebih baik dari pada harta, ilmu menjaga engkau dan engkau
menjaga harta, ilmu itu penghukum dan harta itu terhukum, harta itu
kurang apabila dibelanjakan tapi ilmu bertambah bila dibelanjakan”.
(Khalifah Ali)

MODIFIKASI KOMPOSISI DAN STRUKTUR MIKRO DENGAN PLASMA NITRIDASI UNTUK MENINGKATKAN KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS TITANIUM MURNI KOMERSIAL

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang maju pada saat ini, membutuhkan material-material berkualitas baik, khususnya yang berbahan dasar logam. Sifat-sifat mekanik material logam seperti : kekerasan, kekuatan, ketahanan, dan keausan yang selalu berhubungan dengan komposisi dan struktur mikro pada material tersebut. Hal ini mendorong perlunya penelitian serta pengembangan teknologi, akan perubahan komposisi dan struktur mikro logam, pada material logam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu proses terhadap komposisi, struktur mikro, kekerasan dan laju keausan dari material titanium murni komersial sebelum dan setelah proses plasma nitridasi. Pada penelitian ini digunakan variasi waktu 2, 3, 4, dan 5 jam serta variasi temperatur 350 °C dan 450 °C dengan tekanan nitrogen tetap yaitu 1,6 mbar.

Dari hasil pengujian didapat nilai kekerasan yang awalnya (raw material) 105,75 VHN, dengan proses plasma nitridasi optimum selama 4 jam dengan suhu 450 °C dan tekanan 1,6 bar naik menjadi 227,46 VHN, atau mengalami peningkatan 115%. Pada pengujian keausan yang awalnya $4,0148 \times 10^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg}$ mengalami penurunan menjadi $7,87 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Perubahan sifat mekanik tersebut terjadi karena berubahnya komposisi dan struktur mikro pada titanium murni komersial.

Kata Kunci : Plasma, Nitridasi, Titanium , komposisi,

MODIFICATION OF COMPOSITION AND MICRO STRUCTURE WITH PLASMA NITRIDING TO IMPROVE HARDNESS AND WEAR RESISTANCE OF COMMERCIAL PURE TITANIUM

ABSTRACT

The development of advanced technology at this time requires good quality materials, especially those made from metal. Mechanical properties of metal materials such as: hardness, strength, ductility, and wear resistance which always relates to the composition and microstructure of the material. This development encourages the need of the metal composition and microstructure in research and technology.

This study is purposed to determine the effect of process duration in to composition, microstructure, hardness and wear rate of commercially pure titanium material before and after the plasma nitriding process. The various duration process of 2, 3, 4, and 5 hours and temperature of 350 °C and 450 °C with a fixed nitrogen pressure of 1.6 mBar are applicated.

From the test result, it was obtained that the value of the initial hardness (raw material) was 105,75 VHN. The hardness was optimally increased to 227,46 VHN (115 %) by duration process of 4 hours at temperature of 450 °C and pressure of 1,6 mBar. In the wear test, comercially pure titanium has decreased wear rate from $4,0148 \times 10^{-8}$ to $7,87 \times 10^{-9}$.

Keyword : Plasma, Nitriding, Titanium, composition,

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur selalu peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT atas izin dan kuasanya, akhirnya peneliti dapat mempersembahkan skripsi ini untuk :

“Ayahanda dan Ibunda Tercinta”

Kepada Ayahanda (Sutardi) dan Ibunda (Sri Wahyuni) tercinta. Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga Aku persembahkan karya sederhana ini sebagai rasa bahagia serta terima kasihku atas segala kasih sayang, nasehat, motivasi, doa yang tiada henti, dukungan yang nyata serta cinta kasih tiada teringga yang selama ini Ayahanda dan Ibunda berikan kepada anakmu ini. Semoga dengan karya sederhana ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bahagia.

“Pendamping Hidupku”

Terima kasih atas doa dan dukungan serta motifasinya hingga semua ini bisa selesai tepat waktu. *I LOVE U.*

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum. Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul **“MODIFIKASI KOMPOSISI DAN STRUKTUR MIKRO DENGAN PLASMA NITRIDASI UNTUK MENINGKATKAN KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS TITANIUM MURNI KOMERSIAL”**, dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan dan Pembimbing Akademik Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu dalam proses administrasi selama masa perkuliahan.
4. Bapak Agung Setyo Darmawan, ST. MT selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Jajaran staf dan dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Ibu Suyanti, SST selaku Plh Kepala Bidang Fisika Partikel dan Bapak Edy Giri Rachman Putra, Ph.D selaku Plt Kepala PSTA-BATAN yang telah memberikan ijin penelitian.

7. Kepada Bapak Drs. B.A. Tjipto Sujitno, M.T, APU, Bapak Ir. Suprpto, Ibu Wiwien Andriyanti, MT, Bapak Sayono yang telah memberikan bimbingan selama melaksanakan penelitian di PSTA-BATAN demi kelancaran tugas akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin UMS angkatan 2013 yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan terima kasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan banyak terima kasih. Semoga semua amal baik yang diberikan semua pihak kepada penulis akan mendapat balasan yang lebih baik dan sempurna dari Allah SWT.

Wasalammu'alaikum Wr.Wb.

Surakarta, Desember 2018

Handika Pradana

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR | vi |
| MOTTO | vii |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRACT | ix |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | x |
| KATA PENGANTAR | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xvii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |

BAB II LANDASAN TEORI

| | |
|----------------------------------|----|
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.2 Landasan Teori | 9 |
| 2.2.1. Konsep Dasar Plasma | 10 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2. Pembentukan Plasma | 11 |
| 2.2.3. Pengerasan Logam Dengan Sistem Plasma..... | 11 |
| 2.2.4. Plasma Lucutan Pijar DC | 12 |
| 2.2.5. Plasma Nitridasi | 13 |
| 2.2.6. Mesin Plasma Nitridasi | 15 |
| 2.2.7. Logam Titanium | 16 |
| 2.2.8. Uji Kekerasan Vickers | 18 |
| 2.2.9. Uji Keausan | 20 |
| 2.2.10. Scanning Electron Microscopy (SEM) | 21 |
| 2.2.11. Pengujian Komposisi Dengan EDS..... | 23 |
| 2.3 Hipotesis | 23 |
| 2.4 Ringkasan Penelitian Terdahulu | 23 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 25 |
| 3.2 Tahap-Tahap Penelitian | 26 |
| 3.2.1. Studi Pustaka dan Lapangan | 26 |
| 3.2.2. Persiapan Alat dan Bahan | 27 |
| 3.2.2.1. Alat | 27 |
| 3.2.2.2. Bahan..... | 30 |
| 3.2.3. Tata Cara Penelitian | 31 |
| 3.2.4. Instalasi Pengujian | 31 |
| 3.2.4.1. Alat Uji Kekerasan | 32 |
| 3.2.4.2. Alat Uji Keausan..... | 32 |
| 3.2.4.3. Alat Uji Komposisi dan Struktur Mikro | 33 |

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.1 Data Uji Kekerasan Vickers | 35 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 4.1.1 Nilai Kekerasan Titanium Murni Komersial Hasil | |
| proses Nitridasi | 36 |
| 4.1.2 Perbandingan kekerasan sebelum dan sesudah | |
| proses nitridasi..... | 39 |
| 4.2 Pengujian Keausan | 40 |
| 4.3 Pengujian Struktur Mikro dan Komposisi | 41 |

BAB V PENUTUP

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 45 |
| 5.2 Saran | 45 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Foto Plasma Lucutan Pijar | 12 |
| Gambar 2.2 | Skema Plasma Lucutan Pijar DC | 16 |
| Gambar 2.3 | Jenis Lekukan Piramida Intan | 20 |
| Gambar 2.4 | Skema pengujian keausan..... | 21 |
| Gambar 2.5 | Blok diagram SEM | 22 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 25 |
| Gambar 3.2 | Foto Mesin CNC Milling | 27 |
| Gambar 3.3 | Foto Mesin Bubut..... | 28 |
| Gambar 3.4 | Foto Mesin Poles | 28 |
| Gambar 3.5 | Foto Amplas | 29 |
| Gambar 3.6 | Foto Auto Sol | 29 |
| Gambar 3.7 | Foto Mesin Pencuci Ultrasonic..... | 30 |
| Gambar 3.8 | Gambar spesimen uji kekerasan, struktur mikro, dan komposisi | 30 |
| Gambar 3.9 | Gambar Spesimen Uji Aus..... | 31 |
| Gambar 3.10 | Foto alat ukur <i>Universal Hardness Tester</i> | 32 |
| Gambar 3.11 | Foto Alat Uji Keausan | 33 |
| Gambar 3.12 | Foto Alat Uji SED dan EDS..... | 34 |
| Gambar 4.1 | Grafik Hubungan Antara Temperatur dan Waktu Proses Nitridasi Terhadap Kekerasan..... | 37 |
| Gambar 4.2 | Foto SEM cross section optimum plasma nitridasi..... | 42 |
| Gambar 4.3 | Foto SEM pada area permukaan setelah proses nitridasi..... | 43 |
| Gambar 4.4 | Hasil EDS sebelum proses nitridasi..... | 43 |
| Gambar 4.5 | Hasil EDS stelah proses nitridasi | 44 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Sifat Fisik Titanium..... | 18 |
| Tabel 2.2 | Sifat Mekanik Titanium..... | 18 |
| Tabel 2.3 | Ringkasan Penelitian Terdahulu..... | 24 |
| Tabel 4.1 | Pengaruh Variasi Waktu Pada Proses Nitridasi Plasma dengan Temperatur 350°C Terhadap Kekerasan | 36 |
| Tabel 4.2 | Pengaruh Variasi Waktu Pada Proses Nitridasi Plasma dengan Temperatur 450°C Terhadap Kekerasan | 36 |
| Tabel 4.3 | Hasil Kekerasan Sebelum Dinitridasi Plasma dan Sesudah Dinitridasi Plasma Optimum..... | 39 |
| Tabel 4.4 | Hasil Laju Keausan Sebelum Dinitridasi Plasma dan Sesudah Dinitridasi Plasma Optimum..... | 41 |